Aus dem Physikalisch-Medizinischen Institut des Städtischen Krankenhauses München-Schwabing
Chefarzt: Prof. Dr. P. P. Gotthardt

Die Herzgröße im Röntgenbild bei verschiedenem Brennpunktfilmabstand

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

verfaßt und einer

Hohen Medizinischen Fakultät der Bayerischen Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Franz Blanz
aus Kula (Jugoslawien)

München 1939
Universitäts-Buchdruckerei Dr. C. Wolf & Sohn

Aus dem Physikalisch-Medizinischen Institut des Städtischen Krankenhauses München-Schwabing
Chefarzt: Prof. Dr. P. P. Gotthardt

Die Herzgröße im Röntgenbild bei verschiedenem Brennpunktfilmabstand

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin

verfaßt und einer

Hohen Medizinischen Fakultät der Bayerischen Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Franz Blanz
aus Kula (Jugoslawien)

München 1939
Universitäts-Buchdruckerei Dr. C. Wolf & Sohn

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Bayer. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

Referent:
Prof. Dr. P. P. *Gotthardt*

Tag der mündlichen Prüfung:
15. Mai 1939

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Das Herz ist mannigfachen Einflüssen unterworfen und kann daher in seiner Größe keineswegs als konstant betrachtet werden, außerdem wandelt sich seine Form und Größe im Laufe des Lebens entsprechend seiner primären Konstitutionsform gesetzmäßig um.

Als maßgebende Faktoren, die bei der Gestaltung der Herzgröße bzw. Herzform von Wichtigkeit erscheinen, seien hier folgende genannt:

Nicht unwesentlich ist vor allem die Veränderung in der Blutfüllung zwischen den einzelnen Aktionsphasen des Herzens. Es ist nicht einerlei, ob das Herz in der Zeit seiner Systole oder Diastole abgebildet wurde. Wir können in der Systole eine Verkleinerung wahrnehmen, da zu dieser Zeit mehr Blut aus dem Herzen austritt, als auf der anderen Seite in die sich erweiternden Vorhöfe einströmen kann *(Aßmann)*. Der Herzrand ist nicht immer an derselben Stelle zu finden, da z. B. die Einwärtsbewegung des linken Ventrikels normalerweise mehrere Millimeter beträgt, bei sehr langsamer und kräftiger Pulsation über 6 mm. Die Bewegung des rechten Herzrandes ist kleiner. Hier können die Pulsationen so schwach sein, daß ihr Ausschlag kaum meßbar ist. Jedoch sieht man bei langsamer, kräftiger Herzaktion oft auch am rechten unteren Herzbogen Pulsationen, die als fortgeleitete Ventrikelbewegungen aufzufassen sind.

Die Pulsfrequenz ist auch ein wesentliches Moment. So ist z. B. bei einem im tachykardischen Anfall befindlichen Herzen der Zustrom von Blut wohl durch die stark verkürzte diastolische Füllung wesentlich geringer und das Herz dadurch kleiner. *(Dietlen.)*

Atmung und hauptsächlich Zwerchfellstand beeinflussen die Hämodynamik. Bei tiefer Inspiration sieht man den unteren Herzanteil tief stehen. Dabei kann auch die Herzspitze fast vollkommen aus dem Zwerchfellschatten heraustreten. Bei ruhiger, mittlerer Atmungsstellung liegt das Herz höher, die Herzspitze ist in den Zwerchfellschatten versenkt. Die rechte Herzgrenze bleibt dabei ziemlich unverändert, hingegen sehen wir den linken Herzrand nach außen oben gerückt. Bei tiefer Expiration tritt das Gegenteil vom ersteren ein: das Herz ist breit gelagert und die linke wie die rechte Herzgrenze nach außen und oben verschoben.

Bei der Verschiebung des Zwerchfells ist auch zu berücksichtigen, daß sich das Herz um seine Längsachse dreht und dabei andere Herzanteile randbildend werden. *Moritz* ist der Ansicht, daß bei tiefer Inspiration eine Herzverkleinerung durch verminderten Blutzufluß hervorgerufen wird. Diese Erscheinung dürfte durch Anspannung des Herzbeutels, sowie durch die Verengerung der Vena cava inferior wesentlich begünstigt werden. Beim Tiefertreten des Zwerchfells erfährt das Herzschattenbild eine erhebliche Verschmälerung, d. h. der Querdurchmesser wird verkleinert. Der Längsdurchmesser wird damit selbstverständlich größer. Bei forcierter Einatmung kann er sich, laut Angabe verschiedener Autoren, um etwa 2,0 cm vergrößern. Es besteht darüber kein Zweifel, daß, entsprechend der außerordentlich großen Exkursionsbreite des Zwerchfells, auch eine hochgradige Änderung des Herzschattens eintreten kann. Die größere Verschiebung sieht man in der Gegend des linken Herzrandes, wie auch das linke Zwerchfell sich weiter nach unten senkt, als das rechte.

Die Körperhaltung muß stets berücksichtigt werden. Der Herzschatten ist im Liegen breiter als im Sitzen, hingegen schmäler und länger im Stehen. Als maßgebender Faktor dürfte auch hier der jeweilige Zwerchfellstand in Betracht kommen. *Moritz* wies darauf hin, daß im Stehen gegenüber dem Liegen beim Herzen eine Volumenabnahme um etwa ein Viertel zu verzeichnen sein kann. Es muß also zugegeben werden, daß dort, wo der Herzschatten im Liegen wesentlich größer als im Stehen erscheint, im Thorax erhebliche Raumveränderungen stattgefunden haben. Das Herz paßt sich den veränderten Raumverhältnissen an und wird somit unter ganz anderen Bedingungen projiziert. *Dietlen* meint, daß die Verkleinerung des Herzens im Stehen als eine Art funktionelle Reaktion aufzufassen sei, wobei wir bei Fehlen derselben auf „Starrheit des Herzens" schließen können. Es ist also nicht gleich, ob wir nun den Patienten im Liegen oder im Stehen untersuchen. Die Herzverkleinerung ist bei funktionell leistungsfähigem Herzen fast immer vorhanden, scheint aber bei alten Leuten nicht so regelmäßig zu sein, wie bei Jugendlichen. Außerdem ist dieses Symptom fast ausnahmslos von Zunahme der Pulsfrequenz im Stehen begleitet.

Von dauerndem Einfluß auf die Herzgröße ist die Körpermuskulatur. Außerdem müssen Thoraxform und -größe, Körperbau, Lebensalter, Körperlänge usw. berücksichtigt werden. Wir sehen bei untersetzten, stämmigen Leuten bei geringer Körpergröße einen auffallend breiten Thorax und dementsprechend ein

breites, liegendes Herz. Hingegen findet man bei langaufgeschossenen Personen und hauptsächlich im jugendlichen Alter bei geringer Thoraxbreite ein schmales langgestelltes Herz. Im Alter zeigt das Herz eine mehr liegende Form, was die Folge einer Körperformänderung ist. (Weitung des Brustkorbes, Höhertreten des Zwerchfells.) Eine physiologische Hypertrophie hauptsächlich des linken Ventrikels dürfte dazu beitragen.

Schieffer stellte eine beachtenswerte Änderung der Herzmaße bei schnellem Gewichtswechsel fest. Er hat den experimentellen Beweis erbracht, daß die Herzfigur beim Hungern kleiner wird und sich bei anschließender Mast wieder vergrößert. Die Herzgröße zeigt also physiologische Schwankungen, die dem jeweiligen Ernährungszustand entsprechen. Bei Erkrankungen, die mit Kachexie einhergehen, sehen wir ebenso eine merkliche Herzverkleinerung eintreten.

Umfangreiche Untersuchungen *Dietlen's* haben gezeigt, daß ziemlich konstante Verhältnisse zwischen Orthodiagramm-Massen und Körpergröße bestehen. *Moritz* ist der Ansicht, daß für die Prüfung der Herzmasse ihre Beziehung zur Körperlänge die Grundlage ist.

Hinsichtlich der Lage des Herzens unterscheidet *Dietlen* schräge, steile und quergestellte Herzen, je nach dem Winkel des Herzlängsdurchmessers, der ja ungefähr der Herzachse entspricht, mit dem Körperlängsdurchmesser. Von einer Steilstellung sprechen wir, wenn der Neigungswinkel sehr spitz ist. Dieses Verhältnis werden wir hauptsächlich bei schlankem Hochwuchs finden, wobei eine Hypoplasie des Herzens bestehen kann. Das Herz kann dabei nur median gestellt sein oder die sogenannte Tropfenform zeigen. Bei reiner Medianstellung bleibt der Kontakt mit dem Zwerchfell, im Gegensatz zur Tropfenform, bestehen. Nähert sich der Neigungswinkel mehr oder weniger dem rechten Winkel, so sprechen wir von einer Horizontallagerung des Herzens. (Querstellung.) Zwischen beiden Extremen finden wir die Schrägstellung, wobei der Neigungswinkel etwa 45^0 beträgt. Das schräggestellte Herz findet man hauptsächlich bei normalem Körperbau, das steile bei jugendlichen Personen mit schlankem Thorax und das quergestellte Herz am häufigsten bei mittelgroßen, untersetzten Menschen mit breitem, kurzem Thorax und hochgestelltem Zwerchfell.

Bei der Bestimmung der Herzgröße müssen fernerhin auch berufliche Momente und körperliche Betätigung (Sport) berücksichtigt werden. Schwerarbeitende Personen haben ein verhältnismäßig größeres Herz, was auch tierexperimentell bestätigt ist. *(Schieffer.)*

Ferner ist zu beobachten, daß eine starke körperliche Leistung die Herzgröße nicht nur dauernd, sondern auch im unmittelbaren, zeitlichen Zusammenhang mit der Leistung beeinflußt. Das Herz wird nach der Leistung kleiner gefunden. *Gotthardt* konnte nachweisen, daß die Verkleinerung nicht nur nach der Arbeit, sondern auch während der Arbeit besteht. Auf diese Umstände muß bei vergleichenden Beobachtungen des Herzens geachtet werden.

Orthodiagraphie und Teleröntgenographie (2 m-Fernaufnahme).

In der Praxis hat die röntgenologische Herzgrößenbestimmung etwa im Jahre 1900 Platz gegriffen, nachdem von *Moritz* hiefür ein Apparat gebaut worden war. Dieser Apparat, der Orthodiagraph, gestattet die Herzgrößenmessung mit parallelem Strahlengang. Erst später hat die *Köhler*'sche Fernaufnahme in die Praxis Eingang gefunden. Außerdem findet in neuerer Zeit die Kymographie von *Stumpf* in der Herzuntersuchung Anwendung, vor allem zur Feststellung der Breitenverschiebung des Herzrandes in Systole und Diastole. Dabei ist es möglich, auch die Zwerchfellstellung zu studieren. Auf Grund orthodiagraphischer Untersuchungen beim Gesunden wurden sogenannte Durchschnittswerte für die Herzgröße ermittelt. Man unterscheidet normale Minimal-, Mittel- und Maximalwerte. Dieselben sind uns ein brauchbares Hilfsmittel, wenn wir bestimmen wollen, ob und wieweit die Herzgröße von ihrem Normalmaß abweicht. Dabei muß man sich darüber klar sein, daß mit der früher meist angewendeten Art des Querdurchmessers, der die Summe des weitesten Abstandes des Herzrandes rechts und links von der Körpermittellinie darstellt, nichts über die Beteiligung der verschiedenen Herzanteile ausgesagt ist. Eine bessere Beziehung zu einem wirklichen Herzmaß stellt der Längsdurchmesser dar, der den Abstand der rechten Vorhofgefäßbandgrenze, also des obersten Teiles der Herzbasis, von der Herzspitze einbezieht. Auch die von *Moritz* vorgeschlagene Art der Ausmessung mit der Bestimmung der oberen und unteren Breite und ihrer Summe gibt gewisse Aufschlüsse über die Größenveränderung verschiedener Herzanteile. Dabei wird unter oberer Breite der Abstand der linken Vorhofventrikelgrenze und der unteren Breite der Abstand der rechten Vorhofventrikelgrenze von dem Längsdurchmesser des Herzens verstanden. Der Orthodiagraphie kann der Vorwurf gemacht werden „daß sie nicht ganz objektiv

ist, da ja der Untersucher den sogenannten Zentral- oder Normalstrahl um das Herz herum führt und hierbei Täuschungen bezüglich der Lage der Herzschattengrenzen vorkommen können", auch nicht mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann, daß die zu untersuchende Person während der Untersuchung gewisse Stellungsverschiebungen, vor allem nach den Seiten macht, die unbeobachtet bleiben können. Außerdem ist es mit Rücksicht auf die Tatsachen, welche sich aus dem physiologischen Verhalten des Herzens ergeben (vgl. oben) unmöglich, ein auf Millimeter genaues Bild zu bekommen, da sich schon die Umformung auch nur einer Herzhöhle sofort auf die Lagerung der anderen auswirkt. Einzelne Autoren sind der Ansicht, daß die Fehlerquelle normalerweise nicht mehr als 2—3 mm beträgt. Bei der Orthodiagraphie muß man auch noch jene Abweichungen berücksichtigen, die sich aus der Lagerung des Herzens und dem Zwerchfellstand ergeben. Die verschiedenen Punkte einer Abbildung liegen nicht in der gleichen Frontalebene, sondern teils weiter nach vorn, teils weiter nach hinten, wie das Herz nicht in einer Ebene, sondern schräg von rechts hinten nach links vorne gelagert ist. Es ist leicht vorstellbar, daß z. B. die Höhe des Herzens im Sagittal-Orthodiagramm stets verkleinert wird, denn der Längsdurchmesser des Herzens verläuft etwas schräg zur Körperachse. Dagegen ist die Herzbreite genauer abgebildet, wenn sie auch nicht ganz dem anatomischen Maß entspricht, „da der Querdurchmesser des Herzens nicht parallel zu jener Ebene steht, auf die der Normalstrahl senkrecht auffällt". Ähnliche Abweichungen finden wir auch im Frontalorthodiagramm (vgl. *Aßmann*). Die am Orthodiagramm gefundenen Herzmaße sind somit keine Herzmaße im anatomischen Sinne. Mit Rücksicht auf die große Schwankungsbreite können die gewonnenen Maße („Normalmaße") nur als Durchschnittswerte betrachtet werden. Man unterscheidet sogenannte zuverlässige (Qu. L.) und unzuverlässige Maße. *Moritz* und *Gotthardt* verwenden auch den Breitendurchmesser, der, wie oben erwähnt, die größte Dimension in den beiden, zu dem Längsdurchmesser senkrechten Richtungen angibt. Herzlänge und Herzbreite sind meßbare Dimensionen. Wenn die Bestimmung ihrer Festpunkte oft auch schwierig ist, so sind sie für klinische Zwecke dennoch brauchbar. Die größten Schwierigkeiten ergeben sich bei der Ermittlung des Längsdurchmessers, wenn die Herzspitze in einem dichteren Schatten des linken Oberbauches, d. h. unterhalb der linken Zwerchfellkuppe untertaucht. Hier ist die Fernaufnahme gegenüber der Orthodiagraphie im Nachteil, da bei der Fernaufnahme eine Ab-

blendung zwecks besserer Sichtbarmachung der unteren Herzgrenzen nicht möglich ist.

Blasius ist auch der Meinung, daß wir in der Orthodiagraphie über ein brauchbares Verfahren zur Bestimmung der Herzgröße verfügen. Jedoch soll sie durch die 2-m-Fernaufnahme weitgehend ersetzt worden sein, da dieselbe in ihrer Ausführbarkeit weit einfacher, für den Untersucher schonender und im ganzen objektiver ist. Man ist allgemein der Ansicht, daß die Fernaufnahmen heute für alle Herzuntersuchungen, wenn auch Ausmessungen nicht beabsichtigt sind, als technisch günstiger betrachtet und bevorzugt werden können. *Dietlen* weist bei dieser Methode besonders auf die Wichtigkeit der nicht zu tiefen Einatmung hin, da wir im entgegengesetzten Falle eine Verschmälerung des Herzschattenbildes mit Längsdehnung des Herzens bekommen. Die Fehlerquellen sind bei beiden Methoden, wenn wir das oben Erwähnte berücksichtigen, nicht geringfügig (Herzaktion, Zwerchfellstand). Jedoch kann man, wie *Blasius* anführt, im Rahmen der Gesamtuntersuchung ein brauchbares Bild über die Größe des Herzens gewinnen. Die mit der *Köhler*'schen Fernaufnahme gewonnenen Herzmaße sind mit den genannten orthodiagraphischen Durchschnittswerten nicht ohne weiteres zu vergleichen. Sie müssen zuerst umgerechnet werden. Der Unterschied wird hauptsächlich durch verschiedene Zwerchfellstellung und ungleiche Projektionsart bedingt. Es wirft sich zunächst die Frage auf, wieweit die Maße der Fernaufnahme von den durch parallelen Strahlengang entstandenen Orthodiagramm-Maßen abweichen. Der Unterschied wird auf nur wenige Millimeter geschätzt und ist auf die Strahlendivergenz der Fernaufnahme zurückzuführen. *Aßmann* errechnete, daß der Herzwert einer Fernaufnahme mit dem Faktor 0,9625 multipliziert werden müsse, um ihn mit den orthodiagraphisch gewonnenen Durchschnittswerten vergleichen zu können. Auf Grund der von *Blasius* aufgestellten Rechnungen beträgt der Umrechnungsfaktor nur 0,95. Die Maße einer Fernaufnahme müßten daher mit der Zahl 0,95 multipliziert werden, um sie mit den orthodiagraphischen Werten vergleichen zu können. Doch meint *Blasius*, daß es weitaus praktischer wäre, bei den orthodiagraphischen Durchschnittsmaßen eine einmalige Umrechnung durchzuführen. Es wurden daher die Durchschnittswerte des Herzorthodiagramms, die auf dem konstanten Verhältnis von Körperlänge und Herzgröße aufgebaut sind, von *Blasius* umgerechnet. Die umgerechneten, sowie die Originalwerte wurden tabellarisch geordnet (vgl. *Blasius*). Der Verfasser hält diese umgerechneten Durchschnittswerte für

sehr brauchbar, „da sie auf den allein zuverlässigen orthodiagraphisch und in Reihenuntersuchungen gewonnenen Werten basieren". Die Umrechnung gilt aber nur für erwachsene Männer und Frauen, da eine schematische Übertragung auf Kinder als unzweckmäßig erscheint. Wenn auch das Herz physiologisch eine große Schwankungsbreite in seinen verschiedenen Maßen aufweist, so ist den Normmaßen nicht jede Berechtigung abzusprechen. Nur darf man sich nicht darauf versteifen, Millimeterunterschiede zu werten.

Herzmaße aus weniger als 2 m Brennpunktfilmabstand.

Unter gewöhnlichen Umständen bestimmt man die Herzgrößenverhältnisse aus 2 m Brennpunktfilmabstand (Fernaufnahme). Es kann jedoch vorkommen, daß wir eine schon früher angefertigte Lungenaufnahme, aus 1,50 m Abstand, verwenden wollen. Dazu können wirtschaftliche und andere Momente maßgebend sein. Will man die aus einer Lungenaufnahme gefundenen Herzmaße mit den entsprechenden orthodiagraphischen Werten vergleichen, so muß man nach *Blasius* von den gemessenen Herzwerten der Lungenaufnahme z. B. von 70 cm Brennpunktfilmabstand rund 11 % abrechnen. In neuerer Zeit pflegt man die Lungenaufnahmen jedoch meist aus 1,50 m Entfernung zu machen. Dieselben brauchen nur um etwa 2 % verringert zu werden. Der Verfasser gab eine Umrechnungsformel an, die es ermöglicht, den Herzwert für die Fernaufnahmen aus jeder beliebigen Nahaufnahme zu errechnen:

$$x = w \cdot \frac{D\ (d—f)}{d\ (D—f)} \text{ oder } x = \mathbf{w \cdot U}\ (U = \frac{D\ (d—f)}{d\ (D—f)}).$$

Die Formel hat die Konstanten D = 200 und f = 10. Dabei ist D der Brennpunktfilmabstand der 2 m-Fernaufnahme und f der Abstand des Querdurchmessers des Herzens vom Röntgenfilm. Die Variablen sind d = Brennpunktfilmabstand der Aufnahme, die der Berechnung zugrunde gelegt wird, w = die Herzmaße dieser Aufnahme, x = die zu errechnenden Herzmaße bei 2 m Abstand. Der Herzwert für die Fernaufnahme (x) kann also aus dem meßbaren Herzwert der Nahaufnahme (w) dadurch errechnet werden, daß man w mit U multipliziert. Dieses Verfahren kann bei jedem Herzmaß angewendet werden, da die Proportionsverhältnisse überall ungefähr die gleichen sind. Diese Beziehungen der Umrechnungsformel würden sich, wie der Verfasser angibt, tabellarisch

nicht gut darstellen lassen. So hat er diesem Übelstand durch eine „weit einfachere und übersichtlichere Methode" abgeholfen, d. h. durch eine graphische Darstellung (Abb. 1). Aus der graphischen Darstellung lassen sich dabei die Werte bis zu 20 cm ablesen. Dies geschieht in der Weise, daß man unter der senkrechten Zahlenreihe den in der Nahaufnahme gemessenen Wert aufsucht, dann in der Waagrechten bis zum Schnittpunkt mit der entsprechenden Kurve geht (30, 40, 50 — 200 cm) und von diesem Schnittpunkt nach unten lotet. Der Fußpunkt des Lotes auf der waagrechten Zahlenreihe ergibt den Fernaufnahmewert. Beispiel: Gemessener Wert 10 cm bei 1 m-Aufnahme ergibt 9,4 cm bei der Fernaufnahme.

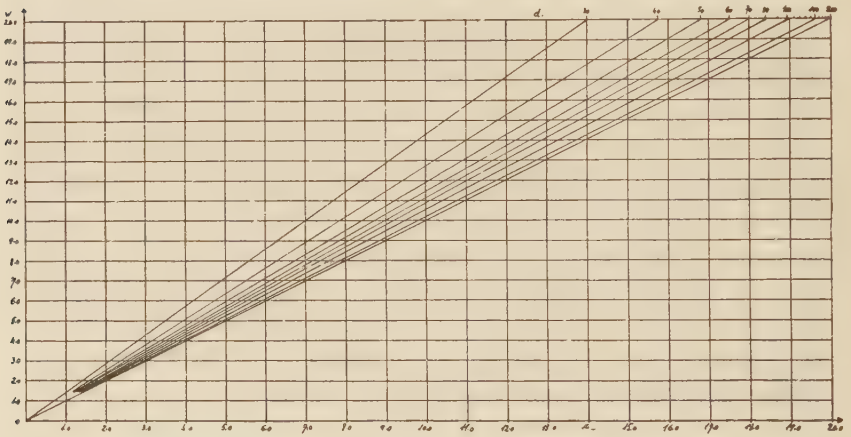

Abb. 1.

Graphische Darstellung der Umrechnungsformel: $x = w \cdot \frac{D\,(d-f)}{d\,(D-f)}$ zur einfachen Bestimmung der Herzmaße für 2 m—Fakusfilmdistanz aus den durch Röntgennahaufnahmen gewonnenen Herzmaßen.
Konstante: D = 200 cm; f = 10 cm.
Variable: d = Fokusfilmdistanz, w = Herzmaß } der Röntgennahaufnahme.
x = Umgerechnetes Herzmaß (2 m — F. D.).
Nach *Blasius* (aus Fortschritte ... Band 57, 1938, Heft 6).

Die nicht ausgezogenen Werte von d erhalten wir durch Interpolation zweier benachbarter Geraden. *Blasius* hat die „Richtigkeit" seines Verfahrens folgendermaßen dargelegt: Er fand bei einer Nahaufnahme von 80 cm Bfa. folgende Werte:

	Mr. 4,6	Ml. 9,7	L 15,5
Nach der Umrechnung laut graphischer Darstellung:	Mr. 4,3	Ml. 9,0	L 14,3
Die Fernaufnahme ergab die Werte:	Mr. 4,4	Ml. 9,0	L 14,3

Die umgerechneten Werte der Nahaufnahmen stimmen mit den Werten der Fernaufnahmen fast durchwegs überein, die Differenz sei nur gering.

In der vorliegenden Arbeit ist das von *Blasius* angegebene Verfahren über die Bestimmung der Herzgröße bei verschiedenem Brennpunktfilmabstand zugrunde gelegt. Dabei wurde eine Reihe von Untersuchungen verwendet, die in der Hauptsache in dem physikalisch-medizinischen Institut des Krankenhauses München-Schwabing gemacht wurden. Es wurden bei 25 Patienten je drei Aufnahmen aus 1,50, 1,80 und 2 m Bfa. angefertigt. Bei zwei Patienten wurde dazu eine Aufnahme von 0,70 m Abstand gemacht, um dem Beispiel von *Blasius* (80 cm) näherzukommen. Schon bei der Ausmessung der Röntgenbilder wurde festgestellt, daß die Verhältnisse bei weitem nicht so einfach liegen, als man es laut obigen Darlegungen hätte erwarten können. Man muß theoretisch annehmen, daß die Herzmaße bei verschiedenen Brennpunktfilmabständen (1,50, 1,80 und 2 m) parallel verlaufen, daß mit steigender Entfernung das Auseinanderweichen der Röntgenstrahlen bezw. der Herzfilmabstand sich verkleinert und damit der auf dem Röntgenbild gemessene Wert sich mehr angleicht. Das heißt also, daß bei geringerem Bfa. der größere Wert und bei dem größten Abstand der kleinste Wert gefunden wird. Diese Annahme hat sich jedoch nicht bestätigt. Es war wiederholt zu beobachten, daß die 2 m-Fernaufnahmen nicht nur die kleinsten, sondern des öfteren auch Mittel- und Maximalwerte aufwiesen. Bei der 1,80 m-Aufnahme wurde ebenfalls kein regelmäßiges Verhalten gegenüber den beiden anderen Entfernungen gefunden. Die verschiedenen Herzmaße waren teils größer, teils kleiner als jene der 1,50 und 2 m-Aufnahme, jedenfalls waren es nicht immer Mittelwerte.

Sämtliche Herzmaße der 1,50 bezw. 1,80 m-Aufnahme wurden nach der graphischen Darstellung umgerechnet und zusammengestellt. Dabei wurde dann festgestellt, daß die umgerechneten Werte mit der Fernaufnahme nicht immer übereinstimmten. Die Differenz betrug in einzelnen Fällen sogar bis zu 14 mm und nicht, wie *Blasius* angibt, „wenige Millimeter“. Allerdings muß zugegeben werden, daß von den errechneten 156 Werten (23 Fälle mit je einem errechneten Wert für Qu, L und Gb in 1,50 und 1,80 m und

zwei Fälle mit den gleichen errechneten Werten, jedoch in 0,70, 1,50 und 1,80 m) die Differenz gegen den gemessenen Wert in 60 Fällen 0,1, in 19 Fällen 0,2, in 56 Fällen 0,3, in 2 Fällen 0,4, in 1 Fall 0,6, in 2 Fällen 0,7, in 3 Fällen 1,0, in je einem Fall 1,1 und 1,3 und in 2 Fällen 1,4 betrug, während sechsmal der gemessene Wert und der nach *Blasius* errechnete Wert gleich war. Man sieht daraus, daß bei weitem die größte Anzahl der Fälle innerhalb der Fehlergrenze liegt (0,1 — 0,3), und daß nur eine geringe Anzahl von Streuwerten größere Unterschiede zeigt (0,7 — 1,4).

Die Röntgenaufnahmen wurden unter gleichen technischen Bedingungen in der Reihenfolge 1,50, 1,80 und 2 m-Bfa. unmittelbar hintereinander angefertigt. Eine Fehlerquelle ist also bei den Aufnahmen insofern auszuschließen, als ein Einfluß von beispielsweise Arbeit, verschiedenem Ernährungszustand, Größenwachstum und Gewichtsänderungen, Unterschied im Lebensalter der gleichen Versuchsperson ausgeschaltet ist. Dagegen kann natürlich nicht ausgeschaltet werden der Einfluß des Zwerchfellstandes und der augenblickliche Tätigkeitszustand des Herzens. Diese Fehlerquellen können nicht vermieden werden, wenn man sich auch bemüht, die Aufnahmen in dem gleichen Atemzustand, d. h. mitttlerer Einatmung, zu machen. Ein Einfluß verschiedener Herzfüllung ist deshalb möglich, weil die Papieraufnahmen, die der Untersuchung zugrunde liegen, eine längere Belichtungszeit erfordern.

Es wurde bereits erwähnt, daß wir mit Rücksicht auf die von *Blasius* gefundenen Werte zwei Aufnahmen aus 0,70 m Abstand gemacht haben. Dabei fand sich folgendes Verhältnis:

1. 0,70 m-Aufnahme:	Mr. 2,8	Ml. 8,1	L 13,0
umgerechnete Herzmaße auf 2 m-Bfa.	Mr. 2,5	Ml. 7,3	L 11,7
2 m-Aufnahme:	Mr. 2,5	Ml. 7,9	L 12,7
2. 0,70 m-Aufnahme:	Mr. 4,9	Ml. 8,6	L 14,5
umgerechnete Herzmaße auf 2 m-Bfa.	Mr. 4,4	Ml. 7,7	L 13,1
2 m-Aufnahme	Mr. 4,3	Ml. 8,2	L 13,8

Es wurde hier wie bei *Blasius* der rechte bezw. linke Medianabstand sowie der Längsdurchmesser angeführt. Wenn wir Fall 1 näher betrachten, so fällt uns auf, daß der umgerechnete rechte Medianabstand mit der Fernaufnahme übereinstimmt, hingegen finden wir beim linken Medianabstand eine Differenz von 6 mm, die beim Längsdurchmesser noch größer wird, was mit Rücksicht auf die geschilderten physiologischen Verhältnisse am Herzen immerhin begreiflich wäre. Wenn auch L bei unseren Untersuchungen am stärksten wechselt, so scheint obiges Mißverhältnis trotzdem etwas

herauszufallen, da wir es in diesem Maße nur äußerst selten finden, während der Unterschied in den Querdurchmessern (Mr. Ml.) mit 6 mm noch im Bereiche des Physiologischen bezw. Fehlergrenze liegen dürfte. Ähnliche Verhältnisse finden wir auch bei Fall 2.

Es ist darauf verzichtet, die einzelnen Fälle zahlenmäßig anzuführen. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden die Ergebnisse graphisch zusammengestellt, wobei der ausgezogene Wert die 2 m-Aufnahme, die Strichpunktlinie den gemessenen 1,80 m-Wert und die unterbrochene Linie den 1,50 m-Wert darstellt (vgl. Abb. 2). Dabei zeigt die erste Gruppe die Verhältnisse des Längsdurchmessers (L), die zweite Gruppe die Gesamtbreite (Gb) und die dritte Gruppe den Querdurchmesser (Qu).

Betrachtet man die graphische Darstellung näher, so sieht man, daß der 2 m-Wert in 13 Fällen den kleinsten Längsdurchmesser und in 10 Fällen die kleinste Breite aufweist. In sieben Fällen wird der kleinste Querdurchmesser gefunden. Mittlere Werte sind in drei (L), fünf (Gb), und sieben (Qu) Fällen vorhanden, während der Längsdurchmesser 9mal, die größte Breite 6mal und der Querdurchmesser 4mal den höchsten Wert darstellt. 2mal wurde die größte Breite bei 2 m Entfernung gleich wie bei 1,80 und 1mal gleich wie bei 1,50 m gefunden. Beim Querdurchmesser waren die gleichen Verhältnisse 3- bezw. 4mal vorhanden. Die größte Breite war in einem Fall bei allen Entfernungen gleich.

Stellt man das Untersuchungsergebnis der 1,80 m-Aufnahme in den Vordergrund, so war in zehn Fällen der Längsdurchmesser der kleinste, in fünf Fällen der mittlere und in vier Fällen der größte Wert, während 2mal der 1,80 und 2 m-Wert und 4mal der 1,80 und 1,50 m-Wert gleich waren. Für die Gesamtbreite liegen die Verhältnisse so, daß acht kleine Werte sieben mittleren und fünf größten Werten gegenüberstehen, während 1,80 = 2 m 3mal, 1,80 = 1,50 m 1mal und gleiche Werte für alle Entfernungen 1mal vorkamen.

Die 1,50 m-Aufnahme endlich ergibt noch differentere Zahlen, beim Längsdurchmesser 3 kleinste, 12 mittlere, 6 größte Werte und 4mal 1,50 mit 1,80 m gleich. In der Gesamtbreite 4 kleinste, 6 mittlere und 14 größte Werte, 1mal Gleichheit aller Ausmessungen. Zum Schluß bei der Betrachtung des Querdurchmessers 6 kleinste, 6 mittlere, 8 größte Werte, während 4mal 1,50 = 2 m und 1mal = 1,80 m war.

Daraus ergibt sich, daß keineswegs eine absolute Gesetzmäßigkeit vorliegt, wenn auch bei der Betrachtung der 2 m-Aufnahme der

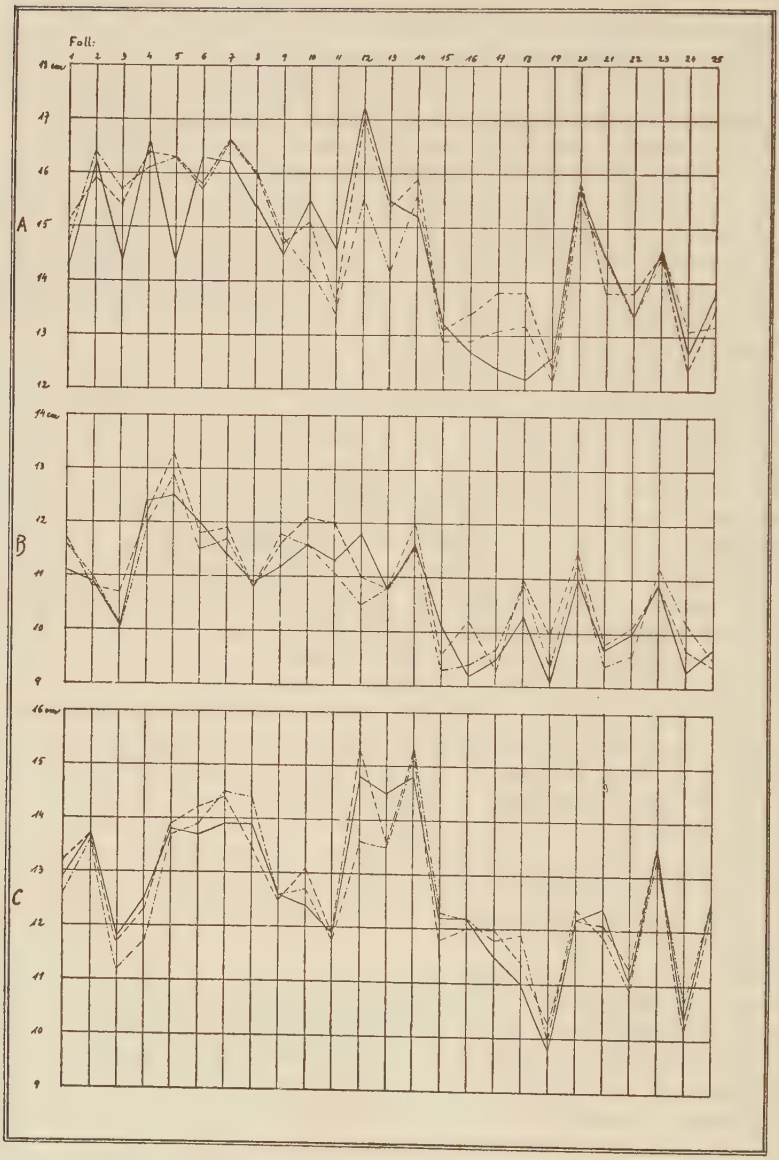

Abb. 2

A: Längendurchmesser (L.)
B: Gesamtbreite (Gb.)
C: Querdurchmesser (Qu.)

1.50 m-Brennpunktfilmabstand: – – – – –
1.80 m-Brennpunktfilmabstand: – · – · – · –
2.00 m-Brennpunktfilmabstand: ———

Längswert 13mal und die größte Breite 10mal an erster Stelle liegen. Das gleiche gilt für die größte Breite in 1,50 m Entfernung mit 14 Fällen. Es ist dabei allerdings zu beachten, daß die Differenzen in den meisten Fällen nur gering sind und daß nur einzelne Streuwerte über einen Unterschied von einigen Millimetern hinausgehen.

Die größte Schwankungsbreite liegt bei dem Längsdurchmesser vor. Dies dürfte einmal seinen Grund darin haben, daß derselbe vor allem bei Änderung des Zwerchfellstandes am ersten und stärksten beeinflußt wird. Weiterhin kann die Feststellung der Herzspitze, d. h. des einen Endpunktes des Längsdurchmessers in gewissen Fällen Schwierigkeiten machen. Am stärksten beieinander liegen die Werte bei der Gesamtbreite. Daraus dürfte hervorgehen, daß die Feststellung der Herzbreite einmal ein brauchbares Maß für die Herzuntersuchung ist, daß andererseits auch bei verschiedenem Brennpunktfilmabstand die Unterschiede nicht übermäßig groß sind.

Des weiteren ergibt die Betrachtung der graphischen Darstellung, daß die Ergebnisse bei Längsdurchmesser, Gesamtbreite und Querdurchmesser entweder gleichsinnig laufen müssen, oder sich entgegengesetzt verhalten.

In der graphischen Darstellung liegen die Ausmessungen für Längsdurchmesser, Gesamtbreite und Querdurchmesser der einzelnen Versuchspersonen unmittelbar untereinander. So sehen wir z. B. bei Fall 1, daß L und Gb sich normal verhalten, während bei Qu der 1,80 m-Wert kleiner ist als der 2 m-Wert. Fall 4 zeigt bei L, Gb und Qu den 2 m-Wert jeweils als größten. Bei dem Fall 13 sind bei Gb alle drei Entfernungswerte gleich, während bei L und Qu der 2 m-Wert an der Spitze steht.

Eine weitere graphische Darstellung (vgl. Abb. 3) soll das gegenseitige Verhältnis unserer 1,50 bezw. 2 m-Fernaufnahme einerseits und den nach *Blasius* umgerechneten Werten (von 1,50 auf 2,0 m) andererseits veranschaulichen: Hier werden die Verhältnisse, wie wir sie in den beiden obigen Beispielen schon kennengelernt haben, noch deutlicher. Die ausgezogene Linie sollte mit der Strichpunktlinie zusammenfallen, was nur selten zutrifft.

Aus diesen Kurven ergibt sich, daß der gemessene (2 m) Längsdurchmesser in zehn Fällen kleiner ist, als der errechnete und zwar schwanken die Unterschiede von 10—16 mm, in fünf Fällen davon von 1—4 mm. Gleiche Werte wurden nicht gefunden.

Bei der Gesamtbreite ist das Verhältnis günstiger. Der gemessene 2 m-Wert ist in neun Fällen um 1—4 mm kleiner. Vollkommen gleiche Werte fehlen.

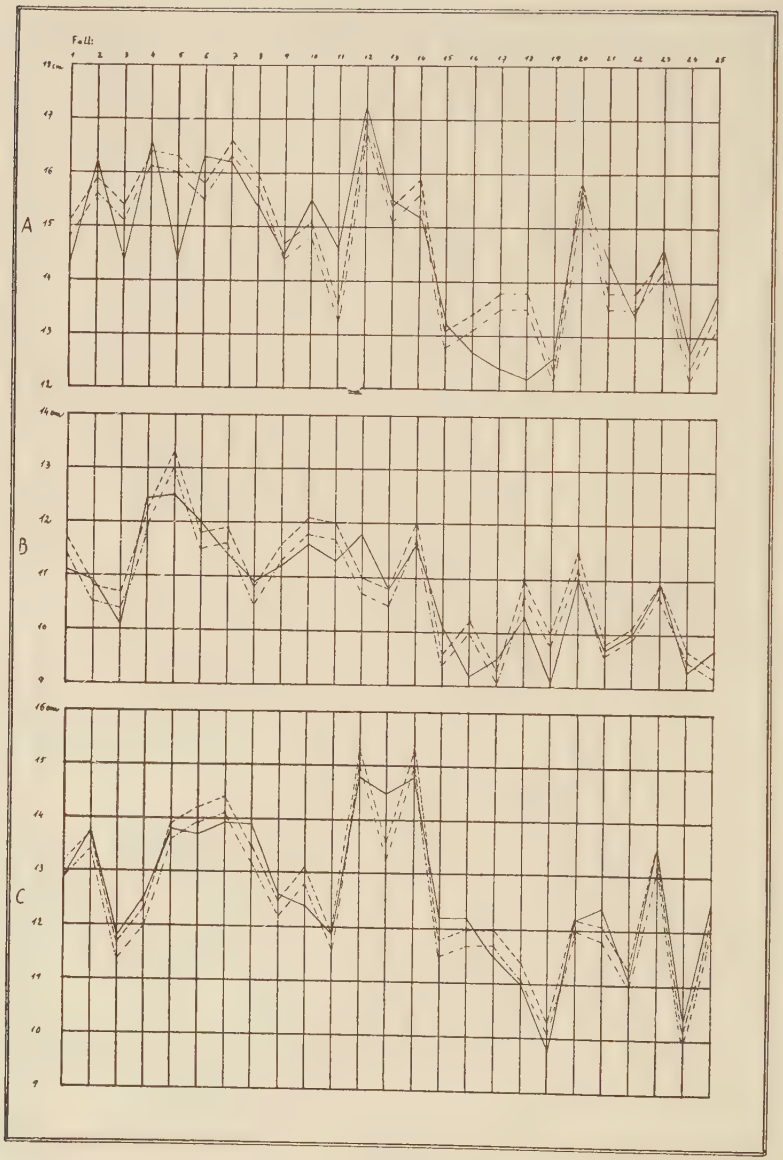

Abb. 3

A: Längsdurchmesser (L.).
B: Gesamtbreite (Gb.).
C: Querdurchmesser (Qu.).

1.50 m-Brennpunktfilmabstand: – – – – –
Umgerechneter Wert auf 2 m nach *Blasius:* –·–·–·–
2 m-Originalwert: ———

Bei dem Querdurchmesser liegen die Werte dichter beieinander. Hier werden in den Unterschiedsgruppen ± 3 mm zwölf Fälle gefunden.

Die Werte passen sich also bei Qu und Gb stärker an, als bei L. Im übrigen sind eine Reihe von Streuwerten vorhanden. In einer Anzahl von Fällen ist der gemessene 2 m-Wert größer als der 1,50 m-Wert. Daraus läßt es sich auch erklären, daß bei einer Auswertung des gesamten Untersuchungsgutes von 25 Fällen die Mittelwerte der gemessenen Herzmaße für den Längsdurchmesser 14,76 bei 1,50 m, 14,54 bei 1,80 m und 14,57 bei 2 m betragen. Die entsprechenden Werte bei der Gesamtbreite sind 10,96 bei 1,50, 10,75 bei 1,80 und 10,73 bei 2 m. Endlich bei dem Querdurchmesser 12,71 bei 1,50, 12,60 bei 1,80 und 12,64 bei 2 m Abstand.

Vergleicht man diese Zahlen mit der Tabelle von *Blasius*, so finden wir, daß die Unterschiede wesentlich größer sind, wie die von ihm angegebenen. Wesentlich günstiger wird der Vergleich, wenn man die Mittelwerte aus der Gesamtzahl nimmt, selbst wenn dabei die größeren 2 m-Werte des Quer- und Längsdurchmessers in Betracht gezogen sind und als Fehlerquelle gewertet werden müssen.

Zusammenfassung.

1. In der Arbeit wurde der Versuch gemacht, die röntgenologisch festgestellten Herzgrößen in 1,50, 1,80 und 2 m-Brennpunktfilmabstand zu vergleichen und daraus gesetzesmäßige Abläufe zu finden.

2. Zugrunde liegt eine Versuchsreihe von Röntgenaufnahmen in den entsprechenden Entfernungen bei 25 Versuchspersonen.

3. Als Maße des Herzens wurde der Längsdurchmesser, der Querdurchmesser und die größte Herzbreite gewählt.

4. Es wurde versucht, die Angaben von *Blasius* über die Wechselbeziehung der Herzgröße bei verschiedenen Brennpunktfilmentfernungen nachzuprüfen und zugleich diese Beziehungen auf die Herzbreite auszudehnen.

5. Die Arbeit zeigt, daß bei einer Versuchsreihe die Verhältnisse schwieriger liegen, wie es nach der Arbeit von *Blasius* den Anschein hat. Die rein rechnerische Bestimmung der Herzgröße stößt bei der Röntgenaufnahmenreihe insofern auf Schwierigkeiten, als das Herz kein unbewegtes, starres Organ ist, sondern durch seine Eigenbewegungen, seinen Füllungszustand und seine Abhängigkeit von den Nachbarorganen, vor allem dem Zwerchfellstand und die

damit zusammenhängende Lage bezw. Drehung des Herzens, stark beeinflußt wird.

6. Es ergaben sich in einer Reihe von Fällen insbesondere bei der Gesamtbreite und Querdurchmesser Übereinstimmungen, während die Befunde beim Längsdurchmesser nicht so eindeutig waren.

7. Diese Ergebnisse sind nicht überraschend, weil durch Untersuchungsreihen bekannt ist, daß auch bei der gleichen Versuchsperson und dem gleichen Brennpunktfilmabstand verschiedene Werte für die entsprechenden Herzmaße, Längsdurchmesser, Querdurchmesser und Gesamtbreite, gefunden werden.

8. Durch eine Versuchsreihe wäre die Brauchbarkeit der Methode von *Blasius* wahrscheinlich nur auf sehr breiter Grundlage zu erbringen. Bei der Versuchsreihe von 25 Personen scheinen die Fehlerquellen zu groß zu sein.

9. Immerhin ist es nach den gefundenen Ergebnissen nicht unwahrscheinlich, daß die von *Blasius* festgelegten Vergleichswerte für die praktische Arbeit brauchbar sind, weil nach den oben erwähnten Gesichtspunkten mit einer Schwankungsbreite gerechnet werden muß, die nach Angabe einzelner Autoren $\pm$ 5 mm betragen kann.

Herrn Professor *Dr. P. P. Gotthardt* danke ich bestens für die Überlassung des Themas und für die freundliche Unterstützung bei der Arbeit.

Literaturverzeichnis

Aßmann: Die klinische Röntgendiagnostik der inneren Erkrankungen, 5. Aufl. Vogel, Berlin 1934.

Blasius: Herzmaße im Röntgenbild. Fortschr. a. d. Geb. der Röntgenstrahlen. Band 57, 1938.

Dietlen: Herz und Gefäße im Röntgenbild. Barth, Leipzig 1923.

— Über Herzgröße und Herzmessung. Klin. Wschr. 1922. S. 2047.

Gotthardt: Herz und Sport. M.M.W. 1929, S. 1117.

— Herz und körperliche Arbeit (noch nicht erschienen).

Grödel-Lossen: Lehrbuch und Atlas der Röntgendiagnostik in der inneren Medizin und ihren Grenzgebieten. I. Teil, Lehmann, München 1936.

Moritz: Zur Beurteilung der Herzgröße. Fortschr. a. d. Geb. der Röntgenstrahlen. Band 38, 1928.

Lebenslauf

Ich, *Franz Blanz,* wurde am 4. Oktober 1910 als Sohn deutscher Eltern in *Kula* (Jugoslawien) geboren. Die Volksschule besuchte ich in meiner Heimatgemeinde und danach das Realgymnasium in Neuwerbaß, wo ich im Juni 1930 mein Abitur bestand. Bis Herbst 1931 war ich beim Militär. Studiert habe ich an den Universitäten Belgrad, Graz, Basel und München. Die medizinische Vorprüfung bestand ich im WS. 1936/37 in Graz und das medizinische Staatsexamen am 11. Februar 1939 in München.